



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001258274 A**(43) Date of publication of application: **21.09.01**

(51) Int. Cl.

**H02N 1/00****B06B 1/02****B41J 2/045****B41J 2/055**(21) Application number: **2000072030**(22) Date of filing: **15.03.00**(71) Applicant: **RICOH CO LTD**(72) Inventor: **TAKAURA ATSUSHI**

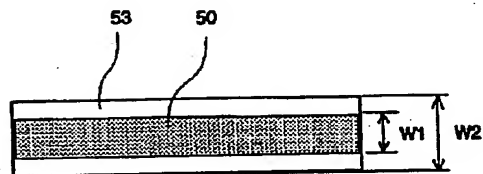
(54) **ELECTROSTATIC ACTUATOR, DROPLET  
DISCHARGE HEAD AND MANUFACTURING  
METHOD THEREOF, AND INK JET RECORDING  
DEVICE**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrostatic actuator with a diaphragm enhanced in displacement efficiency, an electrostatic droplet discharge head and the manufacturing method thereof, and an ink jet head recording device with power consumption reduced because it is necessary to enhance the driving efficiency of the actuator for lowering driving power consumption with the increased number of nozzles for high speed and high density recording in an electrostatic ink jet head.

**SOLUTION:** The shape of this diaphragm is roughly rectangular. A first electrode 50 is disposed in the central part of the diaphragm in the short-side direction. The length W1 in the short-side direction of the diaphragm of a first electrode 50 is smaller than the length W1 in the short-side direction of the diaphragm of a second electrode.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-258274  
(P2001-258274A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーム(参考)
H 0 2 N 1/00		H 0 2 N 1/00	2 C 0 5 7
B 0 6 B 1/02		B 0 6 B 1/02	Z 5 D 1 0 7
B 4 1 J 2/045 2/055		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-72030(P2000-72030)

(22) 出願日 平成12年3月15日 (2000.3.15)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 高橋 淳

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

Fターム(参考) 2C057 AF54 AF55 AF93 AG12 AG43

AG54 AG55 AG60 AN01 AP02

AP14 AP21 AP31 AP52 AP53

AP55 AP56 AP57 AP60 AQ01

AQ02 AQ06 BA03 BA15

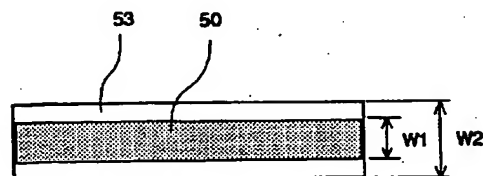
5D107 AA03 BB20 CC20

(54) 【発明の名称】 静電アクチュエータ、液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 静電型インクジェットヘッドにおいて、高速、高密度記録を行うためノズル数が増加しており、各アクチュエータを駆動するための消費電力を下げるために駆動効率を高める必要がある。そのため、振動板の変位効率を高めた静電型アクチュエータ、静電型液吐出ヘッドを提供するとともに、その液滴吐出ヘッドの製造方法を提供し、さらに低消費電力のインクジェットヘッド記録装置を提供する。

【解決手段】 振動板は面形状が略長方形状であって、振動板の短手方向中央部に第一電極50を設け、第一電極50の振動板短手方向の長さW1を第二電極の振動板短手方向の長さW1より短くした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向の長さが前記第二電極の短手方向の長さよりも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項2】 第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の短手方向の長さが前記第二電極の短手方向の長さよりも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項3】 第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板長手方向の中央部に形成し、この第一電極の長手方向の長さが前記第二電極の長手方向の長さよりも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項4】 第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板長手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の長手方向の長さが前記第二電極の長手方向の長さよりも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項5】 第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向及び長手方向の長さが前記第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいづれも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項6】 第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させる静電アクチュエータにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の短手方向及び長手方向の長さが前記第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいづれも短いことを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項7】 請求項2、4、6のいずれかに記載の静電アクチュエータにおいて、前記振動板の第一電極領域が他の領域よりも電気抵抗値を小さくする不純物のドー

ピング領域であることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項8】 請求項7に記載の静電アクチュエータにおいて、前記不純物が砒素、磷、碲素のいずれかであることを特徴とする静電アクチュエータ。

【請求項9】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向の長さが前記第二電極の短手方向の長さよりも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項10】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の短手方向の長さが前記第二電極の短手方向の長さよりも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項11】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板長手方向の中央部に形成し、この第一電極の長手方向の長さが前記第二電極の長手方向の長さよりも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項12】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板長手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の長手方向の長さが前記第二電極の長手方向の長さよりも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項13】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにお

いて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向及び長手方向の長さが前記第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項14】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路と、このインク流路の壁面を形成し、第一電極領域を有する振動板と、この振動板に対向する第二電極とを備え、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の短手方向及び長手方向の長さが前記第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短いことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項15】 請求項10、12、14のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板の第一電極領域が他の領域よりも電気抵抗値を小さくする不純物のドーピング領域であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項16】 請求項9乃至15のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板がシリコンで形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項17】 請求項15に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記不純物が砒素、磷、硼素のいずれかであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項18】 請求項10、12、14、17のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記第一電極領域の抵抗値は他の領域の抵抗値に対して一桁以上低い抵抗値であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項19】 請求項18に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記第一電極領域のシート抵抗値が $50\Omega/\square$ 未満であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項20】 請求項10、12、14、17乃至19のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する方法において、前記不純物のドーピングをイオン注入で行うことを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項21】 請求項20に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記不純物のイオン注入後炉体アニール装置で活性化処理を施すことを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項22】 請求項20に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記不純物のイオン注入後ランプアニール装置で活性化処理を施すことを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項23】 請求項20乃至22のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記不純物の注入エネルギーが $50\sim 120\text{keV}$ 、注入ドーズ量が $1\times 10^{15}\sim 1\times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ の範囲内であることを特徴

とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項24】 請求項21に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記炉体アニール装置の活性化温度を $800^{\circ}\text{C}$ 以上とすることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項25】 請求項22に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記炉体アニール装置の活性化温度を $1000^{\circ}\text{C}$ 以上とすることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項26】 インクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが前記請求項9乃至19のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電アクチュエータ、液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通するインク流路（吐出室、圧力室、加圧液室、液室、加圧室等とも称される。）

と、このインク流路内のインクを加圧するエネルギーを発生するエネルギー発生手段とを備えて、エネルギー発生手段を駆動することでインク流路内インクを加圧してノズルからインク滴を吐出させるものである。

【0003】従来のインクジェットヘッドとしては、例えば、特開平6-71882号公報に記載されているように、吐出室の壁面を形成し、第一電極を兼ねた振動板と第二電極とをその対向面が平行状態になるように配置し（これにより形成されるギャップを「平行ギャップ」と称する。）、振動板と第二電極との間に発生させる静電力によって振動板を変形させることで、吐出室内容積を変化させてインク滴を吐出させるようにした静電アクチュエータを用いた静電型インクジェットヘッドがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の静電型インクジェットヘッドにおいては、振動板全体が第一電極を兼ねており、振動板を共通電極とし、第二電極を個別電極として、振動板と第二電極との間に駆動電圧を印加するようにしている。一方、インクジェットヘッドにおいては、高速、高密度記録を行うためにノズル数（チャンネル数）が増加しており、これに伴ってアクチュエータの数も増加しており、各アクチュエータを駆動するための消費電力が大きくなっている。そのため、アク

チュエータの駆動効率を高めることが要求されている。

【0005】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、振動板の変位効率を高めた静電型アクチュエータ、静電型液滴吐出ヘッドを提供するとともに、その液滴吐出ヘッドの製造方法を提供し、更に低消費電力のインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る静電アクチュエータは、第一電極を有する振動板と第二電極を備えた静電アクチュエータにおいて、振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向の長さが第二電極の短手方向の長さよりも短い、又はこの振動板における第一電極を振動板長手方向の中央部に形成し、第一電極の長手方向の長さが第二電極の長手方向の長さよりも短い、若しくはこの振動板における第一電極を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、第一電極の短手方向及び長手方向の長さが第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短い構成とした。

【0007】本発明に係る静電アクチュエータは、第一電極領域を有する振動板と第二電極を備えた静電アクチュエータにおいて、振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極領域の短手方向の長さが第二電極の短手方向の長さよりも短い、又はこの振動板における第一電極を振動板長手方向の中央部に形成し、第一電極領域の長手方向の長さが第二電極の長手方向の長さよりも短い、若しくはこの振動板における第一電極を振動板短手方向及び長手方向の中央部に形成し、第一電極領域の短手方向及び長手方向の長さが第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短い構成とした。

【0008】ここで、振動板の第一電極領域は他の領域よりも電気抵抗を小さくする不純物のドーピング領域とすることができる。この場合、不純物としては砒素、磷、硼素のいずれかが好ましい。

【0009】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、第一電極を有する振動板と第二電極を備えた液滴吐出ヘッドにおいて、振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極を振動板短手方向の中央部に形成し、この第一電極の短手方向の長さが第二電極の短手方向の長さよりも短い、又は第一電極の長手方向の長さが第二電極の長手方向の長さよりも短い、若しくは第一電極の短手方向及び長手方向の長さが第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短い構成とした。

【0010】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、第一電極領域を有する振動板と第二電極を備えた液滴吐出ヘッドにおいて、振動板の面形状が略長方形形状であって、この振動板における第一電極領域を振動板短手方向の中央部

に形成し、この第一電極領域の短手方向の長さが第二電極の短手方向の長さよりも短い、又は第一電極領域の長手方向の長さが第二電極の長手方向の長さよりも短い、若しくは第一電極領域の短手方向及び長手方向の長さが第二電極の短手方向及び長手方向の長さよりもいずれも短い構成とした。

【0011】ここで、振動板の第一電極領域は他の領域よりも電気抵抗を小さくする不純物のドーピング領域とすることができる。この場合、不純物としては砒素、磷、硼素のいずれかが好ましい。また、振動板はシリコンで形成されていることが好ましい。さらに、第一電極領域の抵抗値は他の領域の抵抗値に対して一桁以上低い抵抗値であることが好ましい。この場合、第一電極領域のシート抵抗値が $50\Omega/\square$ 未満であることが好ましい。

【0012】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る不純物のドーピング領域である第一電極領域を有する振動板を備えた液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、不純物のドーピングをイオン注入で行う構成としたものである。

【0013】ここで、不純物のイオン注入後炉体アニール装置で活性化処理を施すことが好ましい。この場合、炉体アニール装置の活性化温度を $800^{\circ}\text{C}$ 以上とすることが好ましい。また、不純物のイオン注入後ランプアニール装置で活性化処理を施すことが好ましい。この場合、ランプアニール装置の活性化温度を $1000^{\circ}\text{C}$ 以上とすることが好ましい。さらに、不純物の注入エネルギーが $50\sim 120\text{keV}$ 、注入ドーズ量が $1\times 10^{15}\sim 1\times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ の範囲内であることが好ましい。

【0014】本発明に係るインクジェット記録装置は、インクジェットヘッドとして上記本発明に係る液滴吐出ヘッドを備えたものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0016】このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、装置本体1の下方部には前方側から多数枚の用紙3を積載可能な給紙カセット（或いは給紙トレイでもよい。）4を抜き差し自在に装着することができ、また、用紙3を手差しで給紙するための手差しトレイ5を開倒することができ、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0017】印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ

（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドからなるヘッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ13の上側にはヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0018】ここで、キャリッジ13は後方側（用紙搬送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向下流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動プーリ18と従動プーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリッジ13に固定している。また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。

【0019】一方、給紙カセット4にセットした用紙3をヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給装する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギャ列を介して回転駆動される。

【0020】そして、キャリッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0021】また、キャリッジ13の移動方向右端側にはヘッド14の信頼性を維持、回復するための信頼性維持回復機構（以下「サブシステム」という。）37を配置している。キャリッジ13は印字待機中にはこのサブシステム37側に移動されてキャッピング手段などでヘッド14をキャッピングされる。

【0022】次に、このインクジェット記録装置のヘッド14を構成する本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第一例について図3乃至図5を参

照して説明する。なお、図3はインクジェットヘッドの長手方向の断面説明図、図4は同ヘッドの短手方向の断面説明図、図5は同ヘッドの振動板部分の平面説明図である。

【0023】このインクジェットヘッドは、インク流路基板41と、振動板42と、電極基板43と、ノズル板44とを備え、液滴であるインク滴を吐出する複数のノズル45、各ノズル45が連通するインク流路である加圧室46、各加圧室46にインク供給路を兼ねた流体抵抗部47を介して連通する共通液室流路48などを形成している。

【0024】インク流路基板41は単結晶シリコン基板を用いており、加圧室46及び共通液室流路48を形成する凹部と、流体抵抗部47を形成する溝部と、ノズル連通路49を形成する溝部とをエッチングで形成している。このインク流路基板41に加圧室46の壁面の一部をなす例えば導電性n型シリコン基板から形成した振動板42を一体に設けている。

【0025】この振動板42は面形状が略長方形形状であって、振動板42の加圧室46とは反端側の面に第一電極50を形成している。この第一電極50は反応性スパッタ法、CVD法などによって形成できるチタン、タングステン、タルタン等の金属とその窒化物、化合物等の高融点金属、好ましくは窒化チタンなどで形成することができる。

【0026】また、電極基板43は、n型又はp型の単結晶シリコン基板を用いており、この単結晶シリコン基板に熱酸化法などで酸化シリコン層（SiO<sub>2</sub>層）43aを形成し、この酸化シリコン層43aに凹部51を形成して、この凹部51の底面に沿って振動板42の第一電極50に対向する第二電極53を設け、振動板42と電極53との間にギャップ54を形成し、振動板42の第一電極50と第二電極53とによって静電アクチュエータを構成している。

【0027】なお、電極53表面にはSiO<sub>2</sub>膜などの酸化膜系絶縁膜、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜55を成膜しているが、振動板42の第一電極50表面に絶縁膜を形成することもできる。また、電極基板43としてシリコン基板以外にも、ガラス基板、セラミック基板等の絶縁物基板を用いることもできる。この場合、前記凹部51はガラス基板、セラミック基板等の絶縁部基板に形成する。

【0028】また、電極53は、反応性スパッタ法、CVD法などによって形成できるチタン、タングステン、タルタン等の金属とその窒化物、化合物等の高融点金属、好ましくは窒化チタン、或いはP型又はN型の不純物原子を含むシリコンなどを用いることができる。

【0029】ここで、振動板42の第一電極50は振動板短手方向中央部に形成し、この第一電極50と第二電極53とは、図5に示すように、第一電極50の振動板



短手方向の長さW1を第二電極53の振動板短手方向の長さW2よりも短く( $W1 < W2$ )している。

【0030】ノズル板44は、金属層、金属層と高分子層の積層部材などの基材にノズル45を形成してなり、ノズル面(吐出方向の表面:吐出面)には、インクとの撥水性を確保するため、メッキ被膜、あるいは撥水剤コーティングなどの周知の方法で撥水膜を形成している。また、インク流路基板41には共通液室流路48にインクカートリッジ15からインクを供給するためのインク供給穴56を有する連結部材57を接合している。

【0031】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板42の第一電極50と第二電極53との間に駆動波形を印加することにより、振動板42の第一電極50と第二電極53との間に静電力(静電吸引力)が発生して、この静電力により振動板42が第二電極53側に変形変位する。これにより、加圧室46の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部47を介して共通液室流路48から加圧室46にインクが充填される。

【0032】次いで、第一電極50と第二電極53との間への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板42はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い加圧室46の内圧が上昇し、ノズル連通路49を経て、ノズル45からインク滴が吐出される。再び電極に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板は電極側に引き込まれる。なお、第一電極50を第二電極53(実際には絶縁保護膜55表面)に当接するまで変位させる方式を当接駆動方式、第一電極50を第二電極53に当接させない位置まで変位させる方式を非当接駆動方式と称する。

【0033】ここで、第一電極50と第二電極53との間に電圧を印加した際に生じるギャップ54内の電位差は、第一電極50と第二電極53が同じ大きさである場合、ギャップ54の高さ方向に対して等方的であり、顕著な指向性は認められない。当接駆動方式で駆動した場合の振動板42の変形形状は、図6(a)、(b)に示すように、振動板42の中央部の変形が大きくなり、振動板42の周囲、すなわちインク流路基板41と近い部分は変形し難い。

【0034】そこで、このインクジェットヘッドのように第一電極50を振動板42の短手方向中央部に形成し、第一電極50の振動板短手方向の長さW1を第二電極53の振動板短手方向の長さW2よりも短く( $W1 < W2$ )することにより、第一電極50と第二電極53との間に電圧を印加したときに生じるギャップ54内の電位差が非等方的になり、静電力を振動板42が変形(屈曲)し易い中央部に集中させることができ、振動板の効率的な変形変位を行うことができる。これにより、低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0035】次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドである

インクジェットヘッドの第二例について図7乃至図9を参照して説明する。なお、図7はインクジェットヘッドの長手方向の断面説明図、図8は同ヘッドの短手方向の断面説明図、図9は同ヘッドの振動板部分の平面説明図である。また、上記図3乃至図5の例と同じ部分には同一の符号を付して説明を省略する。

【0036】このインクジェットヘッドでは、振動板42自体の第二電極53側に他の領域よりも電気抵抗値が小さな第一電極領域60を形成している。そして、ここでも、図9に示すように、第一電極領域60を振動板42の短手方向中央部に形成し、第一電極領域60の振動板短手方向の長さW1を第二電極53の振動板短手方向の長さW2よりも短く( $W1 < W2$ )している。このとき、振動板42を短手方向で見ると、電気抵抗値は図10に示すようになる。

【0037】これにより、第一電極領域60と第二電極53との間に電圧を印加して電荷をチャージすると、振動板42側では電気抵抗値の小さい第一電極領域60の電荷密度が高くなり、振動板42と第二電極53との間に発生する静電力は電荷が集中する振動板42の中央部に集まり、電荷が振動板全体に均一にある状態と比較して大きな静電力が振動板42の中央部に発生することになる。また、振動板面内において中央部は周辺部より同一の吸引力で大きく変形させることができる。これらが相乗することにより、振動板42の変形効率が高くなる。したがって、低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0038】ここで、第一電極領域60の製造方法について説明する。この第一電極領域60は、例えばシリコン基板に不純物をドーピングしたドーピング領域として形成することができる。シリコン基板に不純物をドーピングして抵抗値を下げることにより、低抵抗化を精度良く簡単な工程でできるようになる。

【0039】ドーピングする不純物としては、例えば、砒素、磷、硼素などを用いることができる。シリコン結晶に対し、n型のドーパントを導入することによって低抵抗化が可能になるが、特に、n型ドーパントの砒素、磷は、ドーピング領域の制御性に優れ、他のドーパントに比べて活性化率が高く、低抵抗化し易いうえ、製造ラインへの適用が容易である。また、シリコン結晶に対し、p型のドーパントを導入することによっても低抵抗化が可能になるが、特に、p型ドーパントの硼素は、ドーピング領域の制御性に優れ、他のドーパントに比べて活性化率が高く、低抵抗化し易いうえ、製造ラインへの適用が容易である。

【0040】この不純物のドーピングは、イオン注入で行うことができる。イオン注入で行うことにより、ドーピング領域及びその抵抗値をより精密に制御することができ、またスループットも高く、量産性に優れている。

【0041】この場合、不純物のイオン注入後活性化処

理を施すことにより、抵抗値を下げることができる。アニール装置として炉体アニール装置を用いることで量産性を高めることができ、また、ランプアニール装置を用いることで制御性を高めることができる。アニール装置として炉体アニール装置を用いる場合の活性化温度は800℃以上にするこで、またランプアニール装置を用いる場合の活性化温度は1000℃以上にするこで、短時間で充分な熱量を与えることができ、スルーブットを低下せずに充分に低抵抗化を図ることができる。

【0042】さらに、不純物の注入エネルギーは50～120keV、注入ドーズ量が $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の範囲内にすることが好ましい。すなわち、イオン注入よりドーピングを行う場合、注入エネルギーの最適値は必要となるドーピング領域の深さによって決定されるが、電荷集中を目的として抵抗値を下げる場合、特に振動板表面の抵抗を下げる必要から注入領域は浅い領域に限られ、これには注入エネルギーは50～120keVが適しており、この範囲であれば、スルーブットも高く量産性にも優れる。より具体的には、砒素イオン注入時は80～120keV、隣イオン注入時は50～100keV、砒素イオン注入時は50～80keV、ニフツ化砒素注入時は80～120keVが最も適している。

【0043】また、注入ドーズ量は必要となる抵抗値とスルーブットから決定されるが、表面の不純物濃度を $10^{21} \text{ cm}^{-3}$ のオーダーにすれば適切な抵抗値が得られ、そのために必要となるドーズ量は $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の範囲が適している。

【0044】次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第三例について図11を参照して説明する。なお、同図は図9と同様な平面説明図である。このインクジェットヘッドにおいては、図11に示すように、振動板42の第二電極53側の面に長手方向中央部に第一電極50を設け、この第一電極50の振動板長手方向の長さL1を第二電極53の振動板長手方向の長さL2よりも短く(L1<L2)している。なお、第二電極53の振動板長手方向の長さL2は第二電極53が振動板42と対向している領域における振動板長手方向の長さである。

【0045】このようにすることで、前記第一例と同様に、第一電極50と第二電極53との間に電圧を印加したときに生じるギャップ54内の電位差が非等方的になり、静電力を振動板42が変形(屈曲)し易い中央部に集中させることができ、効率的な変形変位を行うことができる。したがって、低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0046】次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第四例について図12を参照して説明する。なお、同図は図9と同様な平面説明図である。このインクジェットヘッドにおいては、図12に示

すように、振動板42の第二電極53側の面に他の領域より電気抵抗値が小さい第一電極領域60を長手方向中央部に設け、この第一電極領域60の振動板長手方向の長さL1を第二電極53の振動板長手方向の長さL2よりも短く(L1<L2)している。なお、第二電極53の振動板長手方向の長さL2は第二電極60が振動板42と対向している領域における振動板長手方向の長さである。このときの振動板長手方向の抵抗値は図13に示すようになる。

【0047】これにより、第一電極領域60と第二電極53との間に電圧を印加して電荷をチャージすると、振動板42側では電気抵抗の小さい第一電極領域60の電荷密度が高くなり、振動板42と第二電極との間に発生する静電力は電荷が集中する振動板42の中央部に集まり、電荷が振動板全体に均一にある状態と比較して大きな静電力が振動板42の中央部に発生することになる。また、振動板面内において中央部は周辺部より同一の吸引力で大きく変形させることができる。これらが相乗することにより、振動板42の変形効率が高くなる。したがって、低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0048】次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第五例について図14を参照して説明する。なお、同図は図9と同様な平面説明図である。このインクジェットヘッドにおいては、図14に示すように、振動板42の第二電極53側の面に短手方向及び長手方向中央部に第一電極50を設け、この第一電極50の振動板短手方向の長さW1及び振動板長手方向の長さL1を第二電極53の振動板短手方向の長さW2及び振動板長手方向の長さL2よりもいずれも短く(W1<W2, L1<L2)している。なお、第二電極53の振動板長手方向の長さL2は第二電極53が振動板42と対向している領域における振動板長手方向の長さである。

【0049】このようにすることで、第一電極50と第二電極53との間に電圧を印加したときに生じるギャップ54内の電位差が非等方的になり、静電力を振動板42が変形(屈曲)し易い中央部に集中させることができ、前記第一例及び第三例に比べて更に効率的な変形変位を行うことができる。したがって、より低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0050】次に、本発明に係る液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドの第六例について図15を参照して説明する。なお、同図は図9と同様な平面説明図である。このインクジェットヘッドにおいては、図15に示すように、振動板42の第二電極53側の面に他の領域より電気抵抗値が小さい第一電極領域54を短手方向及び長手方向中央部に設け、この第一電極領域60の振動板短手方向の長さW1及び振動板長手方向の長さL1を第二電極53の振動板短手方向の長さW2及び振動板長



手方向の長さ $L_2$ よりもいずれも短く ( $W_1 < W_2$ ,  $L_1 < L_2$ ) している。なお、第二電極53の振動板長手方向の長さ $L_2$ は第二電極53が振動板42と対向している領域における振動板長手方向の長さである。このときの振動板短手方向の抵抗値は図16(a)に、振動板長手方向の抵抗値は同図(b)に示すようになる。

【0051】これにより、第一電極領域60と第二電極53との間に電圧を印加して電荷をチャージすると、振動板42側では電気抵抗の小さい第一電極領域60の電荷密度が高くなり、振動板42と第二電極との間に発生する静電力は電荷が集中する振動板42の中央部に集まり、電荷が振動板全体に均一にある状態と比較して大きな静電力が振動板42の中央部に発生することになる。また、振動板面内において中央部は周辺部より同一の吸引力で大きく変形させることができる。これらが相乗することにより、振動板42の変形効率が第二例及び第四例に比べて更に高くなる。したがって、より低い駆動電圧で振動板42を変位させることができる。

【0052】なお、上記実施形態においては、本発明に係る静電アクチュエータを静電型インクジェットヘッドに適用した例で説明したが、マイクロモータのアクチュエータ部などにも適用することができ、また、液滴吐出ヘッドとしてはインクジェットヘッド以外にも液体レジストを吐出させるヘッドなどとしても用いることができる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る静電アクチュエータ及び液滴吐出ヘッドによれば、振動板における第一電極の短手方向及び／又は長手方向の長さが第二電極の短手方向及び／又は長手方向の長さよりも短い構成としたので、振動板の変位効率が向上して低電圧駆動化を図れる。

【0054】また、本発明に係る静電アクチュエータ及び液滴吐出ヘッドによれば、振動板における第一電極領域の短手方向及び／又は長手方向の長さが第二電極の短手方向及び／又は長手方向の長さよりも短い構成としたので、振動板の変位効率が向上して低電圧駆動化を図れる。

【0055】ここで、振動板の第一電極領域を他の領域よりも電気抵抗値を小さくする不純物のドーピング領域とすることにより、簡単に第一電極領域を形成することができる。この場合、不純物として砒素、燐、硼素のいずれかを用いることで、簡単に低抵抗化を実現できる。また、振動板をシリコンで形成することで、簡単な工程で低抵抗化を図れる。さらに、第一電極領域の抵抗値は他の領域の抵抗値に対して一桁以上低い抵抗値とすることで、確実に振動板の変位効率を向上できる。また、第一電極領域のシート抵抗値を $50\Omega/\square$ 未満とすることにより、確実に振動板の変位効率を向上できる。

【0056】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法に

よれば、不純物のドーピングをイオン注入で行うので、精度良く高いスループットで第一電極領域を形成できる。この場合、不純物のイオン注入後炉体アニール装置或いはランプアニール装置を用いて活性化処理を施すことにより、より効果的に低抵抗化を実現できる。このとき、炉体アニール装置の活性化温度は $800^\circ\text{C}$ 以上、ランプアニール装置の活性化温度は $1000^\circ\text{C}$ 以上にするこで、高いスループットで低抵抗化を実現できる。さらに、不純物の注入エネルギーを $50\sim 120\text{keV}$ 、注入ドーズ量が $1\times 10^{15}\sim 1\times 10^{16}\text{cm}^{-2}$ の範囲内にするこで、振動板表面の抵抗値を効率的に低下させることができる。

【0057】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、本発明に係る液滴吐出ヘッドを用いたので、低電圧駆動が可能になって、消費電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図2】同機構部の側面説明図

【図3】本発明に係るインクジェットヘッドの第一例の振動板長手方向に沿う模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図

【図5】同ヘッドの第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図6】振動板の変位状態を説明する説明図

【図7】本発明に係るインクジェットヘッドの第二例の振動板長手方向に沿う模式的断面説明図

【図8】同ヘッドの振動板短手方向に沿う模式的断面説明図

【図9】同ヘッドの第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図10】同ヘッドの振動板の短手方向における電気抵抗値の説明に供する説明図

【図11】本発明に係るインクジェットヘッドの第三例の説明に供する第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図12】本発明に係るインクジェットヘッドの第四例の説明に供する第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図13】同ヘッドの振動板の長手方向における電気抵抗値の説明に供する説明図

【図14】本発明に係るインクジェットヘッドの第五例の説明に供する第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図15】本発明に係るインクジェットヘッドの第六例の説明に供する第一電極と第二電極の関係を説明する説明図

【図16】同ヘッドの振動板の短手方向及び長手方向に

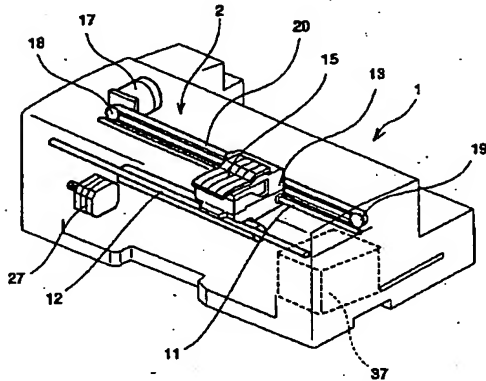
15

おける電気抵抗値の説明に供する説明図

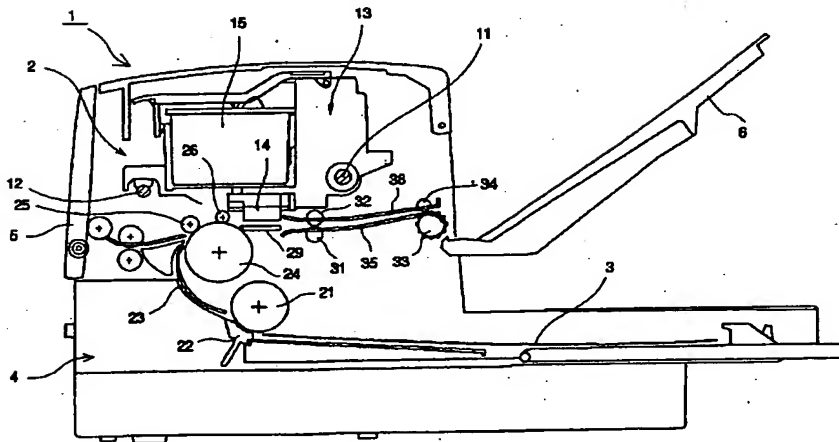
【符号の説明】

13…キャリッジ、14…ヘッド、24…搬送ローラ、  
33…排紙ローラ、41…インク流路基板、42…振動

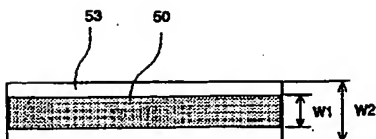
【図1】



【図2】



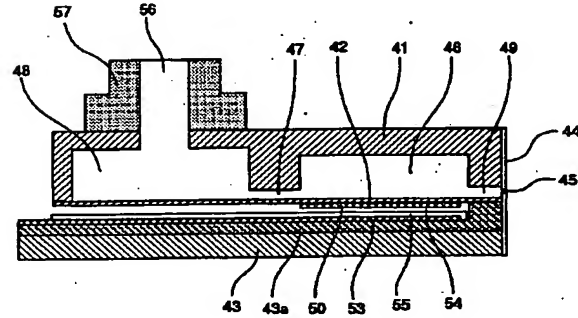
【図5】



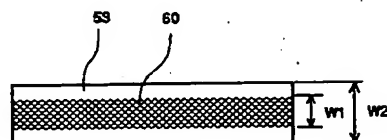
16

板、43…電極基板、44…ノズル板、45…ノズル、  
46…加圧室、47…流体抵抗部、48…共通液室流  
路、49…ノズル連通路、50…第一電極、53…第二  
電極、54…ギャップ、60…第一電極領域。

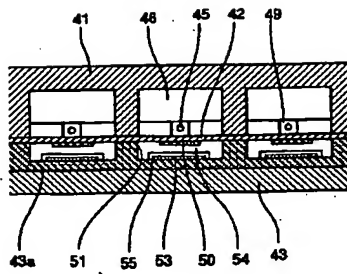
【図3】



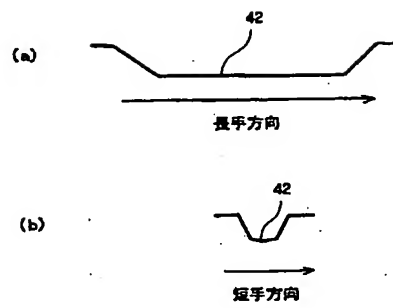
【図9】



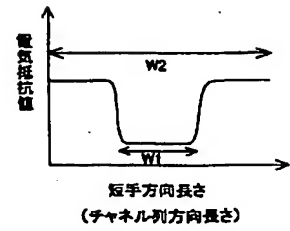
【図4】



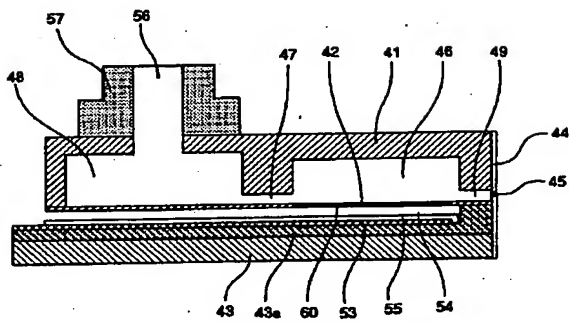
【図6】



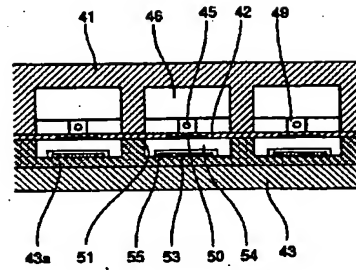
【図10】



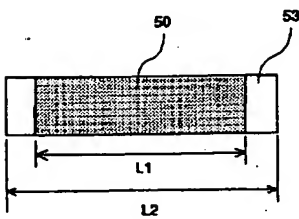
【図7】



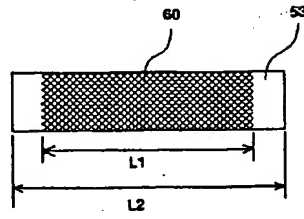
【図8】



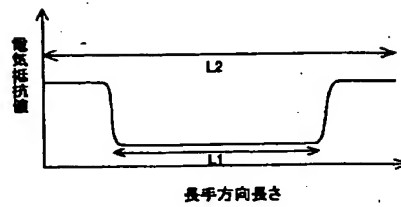
【図11】



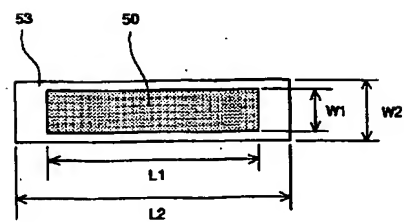
【図12】



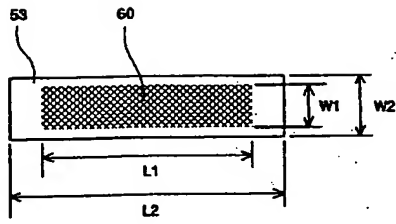
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

